

# ANALISA PENYEBAB DAN METODE PERBAIKAN YANG TEPAT PADA BETON YANG DISEBABKAN OLEH FAKTOR NON-STRUKTURAL

Daniel Alfredo<sup>1</sup>, Kevinardy Hutomo<sup>2</sup>, Prasetio Sudjarwo<sup>3</sup>, Januar Buntoro<sup>4</sup>

**ABSTRAK:** Saat ini, banyak ditemukan kerusakan pada struktur beton di bangunan-bangunan yang telah berdiri. Kerusakan pada beton yang merupakan salah satu bahan utama dan material penunjang bangunan, tidak hanya disebabkan karena salah perhitungan atau salah dalam perencanaan awal. Hal ini juga disebabkan karena kesalahan dalam pengerjaan atau pelaksanaan pengecoran beton dan *maintenance* yang kurang diperhatikan. Berdasarkan dari masalah-masalah tersebut, maka studi ini akan meninjau kerusakan pada struktur beton yang terjadi di proyek-proyek yang ada di Indonesia, khususnya Jawa Timur. Selanjutnya, akan dilakukan analisa penyebab kerusakan dan menentukan metode perbaikan yang tepat pada proyek. Berdasarkan penyebab yang ada, penulis menganalisa beberapa metode perbaikan yang tepat untuk mengatasi masalah kerusakan yang terjadi pada struktur beton di Indonesia. Metode yang di gunakan antara lain seperti Injeksi (*injection*) dan *grouting* dengan menggunakan material semen *grout*, *epoxy resin*, dan *polyurethane*. Dengan menggunakan metode-metode ini, maka diharapkan kerusakan yang terjadi pada struktur beton dapat teratasi secara tepat dan dapat menjawab masalah kerusakan beton yang terjadi di dalam pembangunan konstruksi ini.

**KATA KUNCI:** kerusakan, struktur beton, analisa penyebab kerusakan, metode perbaikan, injeksi, *grouting*.

## 1. PENDAHULUAN

Seperti yang telah diketahui, Beton telah menjadi bahan konstruksi populer di seluruh dunia untuk 180 tahun terakhir atau lebih. Namun, beton memiliki beberapa kelemahan seperti pengerasan yang lama, berat jenis yang besar, kekuatan tarik yang rendah, ketahanan kimia yang rendah dan penyusutan ketika proses pengeringan yang besar. Tetapi beton juga memiliki beberapa keunggulan yang membuat beton tetap digunakan sebagai material konstruksi yang paling populer, seperti memiliki kekuatan tekan yang besar, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, mudah dirawat, tahan lama dan harga yang relatif murah. Tetapi dalam pelaksanaan pembangunan dengan menggunakan beton, banyak sekali dijumpai terjadinya kerusakan pada material beton. Diantaranya seperti cracks (retakan), voids (rongga/lubang), dan korosi pada tulangan dalam beton. Karena itulah, diperlukan berbagai metode perbaikan yang tepat untuk mengatasi berbagai masalah kerusakan yang mungkin terjadi pada beton. Tetapi diperlukan juga metode yang baik dalam memperbaiki beton. Oleh karena itu, dalam studi ini akan dibahas mengenai metode-metode yang dapat dipilih untuk memperbaiki beton, baik secara konvensional maupun modern. Adapun studi ini memiliki banyak manfaat karena dapat membantu mendeteksi kerusakan yang terjadi pada beton dan memilih metode yang tepat yang dapat digunakan untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi pada beton tersebut.

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, buzz\_dnel@hotmail.com

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, kevinardyhutomo@gmail.com

<sup>3</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, sudjarwo@petra.ac.id

<sup>4</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, ybuntoro@petra.ac.id

## 2. KERUSAKAN PADA BETON NON-STRUKTURAL

**Retak (*cracks*)** adalah pecah pada beton dalam garis-garis yang relatif panjang dan sempit (Mangkoesebroto, 1998). Keretakan ini bisa disebabkan oleh berbagai hal seperti kesalahan dalam proses *curing*, kelebihan beban, kehilangan air dan faktor cuaca. Bila perkerasan beton timbul retak, maka harus segera dibersihkan dan ditutup. Jika terdapat problem struktural maka harus ditambah pada seluruh kedalamannya. Seluruh sambungan dan retakan harus ditutup dengan bahan perekat supaya masuknya air dan bahan asing yang lain dapat dicegah. Jika sambungan atau retakan tidak ditutup, maka kemungkinan besar akan terjadi kerusakan perkerasan secara menyeluruh.

Retak dapat dikenali dengan tiga parameter yaitu lebarnya, panjangnya dan pola umumnya, lebar retak ini sulit diukur karena bentuknya yang tidak teratur (*irregular shape*). Pada fase pengerasan beton terdapat retak mikro, retak ini sulit dideteksi karena terlalu kecil. Untuk melihat lebar retak mikro biasanya dipergunakan *Crack Microscope* yang lebarnya bervariasi antara 0,125 – 1,0  $\mu\text{m}$  (8 jam pertama setelah pencetakan). Lebar retak minimum yang dapat dilihat oleh mata sebesar 0,13 mm (0,005 in), dikenal dengan retak mikro. Retak mikro apabila dibebani akan menjadi retak mayor atau retak yang lebih besar. Lebar retak maksimum yang diijinkan dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut:

**Tabel 1. Lebar Retak Maksimum yang Diijinkan [ACI Committee 244, 1972]**

No	Jenis struktur dan kondisi	Toleransi Lebar retak (mm)
1	Struktur dalam ruangan, udara kering, pemberian lapisan kedap air	0,41
2	Struktur luar, kelembaban sedang, tidak ada pengaruh korosi	0,3
3	Struktur luar, kelembaban tinggi, pengaruh kimiawi	0,18
4	Struktur dengan kelembaban tinggi dan	0,15
5	Struktur berkaitan dengan air	0,1

**Voids** adalah lubang-lubang yang relatif dalam dan lebar pada beton (Mangkoesebroto, 1998). Void pada beton dapat ditimbulkan oleh berbagai sebab, diantaranya: Pemadatan yang dilakukan dengan vibrator kurang baik, karena jarak antar bekisting dengan tulangan atau jarak antar tulangan terlalu sempit sehingga bagian mortar tidak dapat mengisi rongga antara agregat kasar dengan baik.

Ada beberapa jenis material yang sering digunakan untuk melakukan perbaikan pada struktur beton di Indonesia, diantaranya adalah semen grouting, *epoxy resins*, dan *polyurethane*. Material semen grouting, biasanya dipakai untuk memperbaiki kerusakan dengan skala cukup besar seperti kerusakan voids. Material ini mengandung campuran dari semen, filler, dan aditif yang tercampur secara homogen. Pengisi yang dipakai pada semen ini biasanya adalah pasir silika. Kandungan pasir silika menyebabkan semen memiliki keunggulan, yaitu tidak dapat menyusut. Contoh dari material ini adalah SikaGrout 214 dan SikaGrout 215. *Epoxy resins* adalah material dengan campuran antara *resin* dengan hardener (pengeras). Material ini memiliki kekuatan yang sangat besar dan waktu setting yang cepat, tetapi harganya mahal. Contoh dari material ini adalah Sikadur 731 dan Sikadur 751. *Polyurethane* adalah material yang dapat digunakan untuk menutup kerusakan pada struktur beton, tetapi tidak dapat memperbaiki strukturnya. Material ini bereaksi dengan air, mengembang, dan

membentuk foam yang bisa menutup kerusakan. Karena itulah, material ini hanya dipakai apabila pada kasus yang akan diperbaiki, terjadi kebocoran aktif. Contoh dari material ini adalah TamPur 100 dan TamPur 200.

Metode perbaikan dibagi menjadi dua, yaitu metode perbaikan pada keretakan (*cracks*) dan *voids*. Untuk perbaikan pada keretakan, bisa dipakai metode injeksi, dengan material *epoxy resin* dan *polyurethane*. *Epoxy* dipakai apabila diinginkan perbaikan struktur dalam memperbaiki kerusakan. Material ini juga dipakai apabila ingin memperbaiki keretakan dengan celah sempit mencapai 0.1 mm. *Polyurethane* dipakai apabila terjadi kebocoran aktif pada kerusakan yang akan diperbaiki. Sifat perbaikan dari material ini adalah menutup, bukan memperbaiki struktur. Untuk perbaikan pada kerusakan *voids*, bisa digunakan metode grouting dengan material utama semen grout. Tetapi material *epoxy* bisa juga digunakan dalam metode grouting. Grouting dengan semen grout memiliki keunggulan seperti mampu memperbaiki struktur beton dan harganya yang murah walaupun memiliki setting time yang lambat. Grouting dengan *epoxy* memiliki keunggulan pada *strength* yang besar dan waktu setting yang cepat. Tetapi material ini juga memiliki kekurangan yaitu harganya yang mahal.

Ada beberapa alat yang dapat dipakai dalam pekerjaan perbaikan terutama pekerjaan injeksi. Alat-alat tersebut adalah *Epoxy/Polyurethane Pump*, *Drill Mixer*, *Grouting Pump*, dan *Port*. *Epoxy/Polyurethane Pump* digunakan untuk membantu proses perbaikan injeksi. *Grouting Pump* digunakan untuk membantu proses perbaikan grouting pada lokasi yang sulit dijangkau/sempit. *Drill Mixer* digunakan untuk membantu pencampuran material yang akan digunakan untuk perbaikan. *Port* digunakan sebagai jalan masuknya material perbaikan ke kerusakan retak (*cracks*) yang akan diperbaiki.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

**Langkah 1:** Pengumpulan data melalui studi literatur yang berguna sebagai informasi faktor-faktor apa saja yang dapat mengakibatkan kerusakan pada beton yang sebelumnya pernah diteliti dan dipelajari oleh para ahli. Faktor-faktor tersebut akan menjadi referensi atau acuan dalam melakukan pengamatan di lapangan.

**Langkah 2:** Tahapan selanjutnya adalah pengamatan di lapangan serta pengumpulan data. Ini dilakukan dengan cara melakukan survei langsung terhadap suatu proyek konstruksi. Survei langsung yang akan dilakukan berdasarkan kerja sama dengan aplikator dan praktisi di lapangan sehingga bisa mendapatkan data yang akurat mengenai sebab-sebab keretakan dan pencegahannya.

**Langkah 3:** Setelah pengamatan dan pengumpulan data selesai dilakukan maka data tersebut diolah dan dianalisa untuk kemudian di ambil kesimpulan.

### 4. ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Pada penelitian ini, telah dilakukan pengamatan di lapangan dan analisa sebanyak 12 kasus mengenai kerusakan *voids* dan 4 kasus mengenai kerusakan retak yang disebabkan oleh faktor-faktor non-struktural. Kesimpulan dari studi kasus mengenai kerusakan *voids* yang telah kami lakukan bisa dilihat pada **Tabel 2** dibawah ini.

**Tabel 2. Hasil Studi Kasus pada Kerusakan Voids**

N o	Jenis Proyek	Lokasi Kerusakan	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Cara Perbaikan
1	Proyek A	Kolom	Void Biasa	Tinggi jatuh campuran beton yang terlalu tinggi pada waktu pengecoran	Grouting dengan Semen Grout (Manual)
				Penggetaran tidak dilakukan dengan baik	
2	Proyek B	Kolom	Void Honeycomb	Tinggi jatuh campuran beton yang terlalu tinggi pada waktu pengecoran	Grouting dengan Semen Grout (Manual)
				Penggetaran tidak dilakukan dengan baik	
3	Proyek C	Kolom	Void Honeycomb	Tinggi jatuh campuran beton yang terlalu tinggi pada waktu pengecoran	Grouting dengan Semen Grout (Manual)
				Penggetaran tidak dilakukan dengan baik	
4	Proyek D	Balok	Void Honeycomb	Penggetaran tidak dilakukan dengan baik	Grouting dengan Semen Grout (Pompa)
5	Proyek E	Balok	Void Honeycomb	Kesalahan pemasangan tulangan Balok	Grouting dengan Semen Grout (Pompa)
		Plat	Void Honeycomb	Kesalahan pemasangan tulangan plat	Grouting dengan Semen Grout (Pompa)
6	Proyek F	Plat	Void Honeycomb	Tinggi jatuh campuran beton yang terlalu tinggi pada waktu pengecoran	Grouting dengan Semen Grout (Pompa)
				Penggetaran tidak dilakukan dengan baik	
7	Proyek I	Kolom	Void Biasa	Kesalahan pemasangan tulangan utama kolom	Grouting dengan Semen Grout (Pompa)
8	Proyek T	Balok	Void Biasa	Bekisting yang kotor selama proses pengecoran	Grouting dengan Semen Grout (Pompa)
9	Proyek P	Shear Wall	Void Honeycomb	Tinggi jatuh campuran beton yang terlalu tinggi pada waktu pengecoran	Grouting dengan Semen Grout (Pompa)
				Penggetaran tidak dilakukan dengan baik	

Kesimpulan dari studi kasus mengenai kerusakan retak (*cracks*) yang telah kami lakukan bisa dilihat pada **Tabel 3** dibawah ini.

**Tabel 3. Hasil Studi Kasus pada Kerusakan Retak (Cracks)**

N o	Jenis Proyek	Lokasi Kerusakan	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Cara Perbaikan
1	Proyek K	Plat Atap	Retak Plastis	Campuran beton yang mengandung terlalu banyak air	Injeksi Epoxy
				Curing yang kurang baik	
2	Proyek L	Plat Atap	Retak Drying Shrinkage	Curing yang kurang baik	Injeksi Epoxy
3	Proyek O	Dinding Basement	Retak Panas Hidrasi	Suhu udara yang panas	Injeksi Polyurethane
				Curing yang kurang baik	

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan dan analisa pada bab sebelumnya, bisa kita ambil kesimpulan bahwa:

- Hampir seluruh faktor non-struktural penyebab kerusakan-kerusakan beton berasal dari para pekerja sendiri yang kurang memiliki keahlian dan pengalaman dalam melakukan proses pengecoran dan curing.

2. Kerusakan *Cracks* yang disebabkan faktor nonstruktural lebih banyak terjadi pada elemen struktur yang luas.
3. Kerusakan *Voids* yang disebabkan faktor nonstruktural lebih banyak terjadi pada elemen struktur yang tinggi/panjang.
4. Metode yang banyak digunakan oleh para aplikator dan kontraktor untuk memperbaiki keretakan adalah metode injeksi epoxy. Hal ini disebabkan karena material epoxy mampu memperbaiki struktur dan memiliki waktu setting yang sangat cepat (5-15 menit). Material ini juga mampu melakukan penetrasi pada keretakan dengan lebar sampai 0.1 mm.
5. Untuk perbaikan pada keretakan yang mengalami kebocoran aktif, bisa dilakukan metode injeksi dengan polyurethane.
6. Metode yang banyak dipilih oleh para aplikator dan kontraktor dalam memperbaiki kerusakan void adalah metode grouting dengan material *semen-based*. Hal ini terjadi karena biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan menggunakan metode grouting dengan semen lebih murah daripada grouting dengan material lain seperti epoxy.
7. Grouting epoxy dalam pengerjaannya jarang dilakukan untuk perbaikan karena biayanya yang mahal. Tetapi dalam kasus-kasus tertentu, metode ini harus dipakai untuk memperbaiki kerusakan pada tempat yang basah karena material ini memiliki kemampuan untuk mencapai waktu setting yang cepat. Tetapi dalam pemakaiannya perlu diperhatikan kondisi kerusakan yang harus dikeringkan dari cairan terlebih dahulu.

Dari hasil evaluasi yang kami lakukan selama melaksanakan penelitian ini, maka dapat kami sarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Kami menyarankan agar dilakukan pengawasan yang lebih ketat pada proses pengecoran di lapangan, meliputi proses pengecoran dan curing yang dilakukan.
2. Untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada beton, sebaiknya dilakukan seleksi untuk sumber daya manusia / pekerja yang memiliki pengalaman dan keahlian yang baik dalam bidang konstruksi beton.

## 6. DAFTAR REFERENSI

- ACI Committee 224. (1984). "Evaluation, Causes and Repair of Cracks in Concrete Structures," *ACI Journal*, May-June 1984, pages 211-230, American Concrete Institute, Box 19150, Detroit, Michigan, Amerika.
- Mangkoesebroto P Sindur. (1998). "*Jenis-jenis Kerusakan pada Struktur Beton Bertulang*", Laboratorium Mekanika Struktur PAU Ilmu Rekayasa, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia.